

特開平7-162985

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 6 月23日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H04R 3/00

G10K 15/00

H04R 3/04

5/02

識別記号

310

F I

F

9381-5H

G10K 15/00

M

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-302910

(22) 出願日

平成 5 年 (1993) 12 月 2 日

(71) 出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番28号

(72) 発明者 山口 博之

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番28号

富士通テン株式会社内

(72) 発明者 小脇 宏

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番28号

富士通テン株式会社内

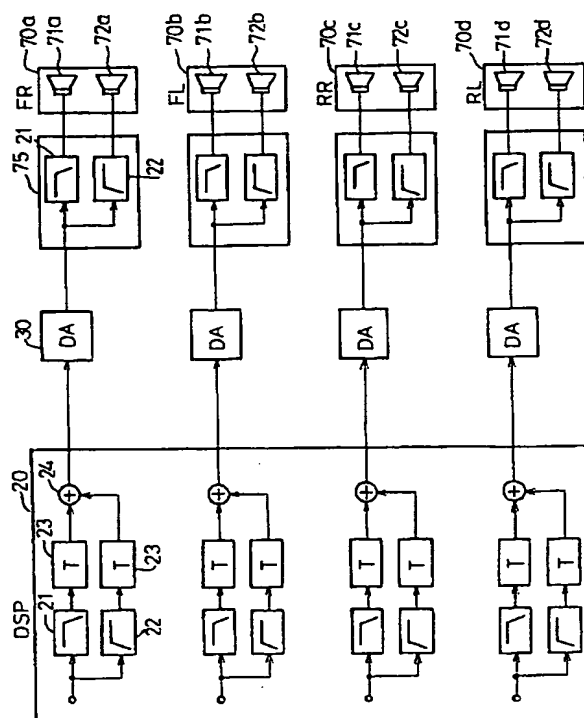
(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外 4 名)

## (54) 【発明の名称】 聴取位置自動補正装置

## (57) 【要約】

【目的】 車載用デジタル・オーディオ・システムにおいて、各スピーカ・システム内の各スピーカ・ユニットから聴取位置までの距離差すなわち時間差を自動的にかつ容易に補正することが可能な改良型の聴取位置自動補正装置を提供することにより、全帯域において位相干渉を無くす。

【構成】 再生時における各スピーカ・システムへの各チャンネルの信号を、対応するスピーカ・システムのクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有するフィルタ 21、22 で帯域分割し、その分割された各信号を、別途測定により求められたスピーカ・ユニットの補正用ディレイ値だけ遅延器 23 で遅延せしめ、その遅延せしめられた各スピーカ・ユニットごとの信号を、再び対応する各スピーカ・システムの信号へとミキサ 24 で混合した後に、各スピーカ・システム側の分割回路 75 へと出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車載用デジタル・オーディオ・システムにおいて、各スピーカ・システム内の各スピーカ・ユニットから聴取位置までの距離差すなわち時間差を自動的に補正するための装置であって、

前記各スピーカ・ユニットについて、M 系列信号を再生する M 系列信号再生手段と、

前記聴取位置に置かれた所定のマイクでの収音により、前記 M 系列信号に対する M 系列応答を取得し所定のメモリに格納する M 系列応答取得手段と、

前記 M 系列応答を、高速 M 系列変換によりインパルス応答に復元するインパルス応答復元手段と、

前記インパルス応答のピーク値をサーチし、該ピーク値に基づいて立ち上がり検知のためのスレショールドを設定するスレショールド設定手段と、

前記スレショールドを最初に越える時間である立ち上がり時間を検知する立ち上がり時間検知手段と、

前記各スピーカ・ユニットの中で最長の立ち上がり時間を有するスピーカ・ユニットを基準にして、前記各スピーカ・ユニットの立ち上がり時間の差分を求め、該各差分を前記各スピーカ・ユニットの再生時のディレイ値として算出するディレイ値算出手段と、

再生時における前記各スピーカ・システムへの各チャネルの信号を、対応するスピーカ・システムのクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有するフィルタで帯域分割する信号帯域分割手段と、

前記信号帯域分割手段によって分割された各信号を、前記ディレイ値算出手段によって求められた対応するスピーカ・ユニットのディレイ値だけ遅延せしめる信号遅延手段と、

前記信号遅延手段によって遅延せしめられた各スピーカ・ユニットごとの信号を、対応する各スピーカ・システムの信号へと混合した後に、前記対応する各スピーカ・システム側の分割回路へと出力する信号混合手段と、を具備してなる聴取位置自動補正装置。

【請求項 2】 前記インパルス応答の立ち上がり前の一定区間での直流オフセット・レベルの平均値を算出し、前記スレショールド設定手段によるスレショールドの設定の前に、前記インパルス応答から該平均値を減算しておく直流オフセット除去手段を更に具備する、請求項 1 記載の聴取位置自動補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】本発明は、車載用デジタル・オーディオ・システムにおいて各スピーカから聴取位置までの各距離の差により生じる音場の偏りを自動的に補正するための装置である聴取位置自動補正装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、そのような聴取位置自動補正装置が、本願出願人による特許出願である特願平 5 - 2 1 9

8 4 2 号に添付された明細書に記載されている。それに開示された聴取位置自動補正装置は、擬似ランダム信号の 1 つでノイズに強い M 系列（最大周期数列）信号を測定信号とし、復元したインパルス応答から信号の立ち上がり時間を検出することで各スピーカによる時間差を求め、再生時にその時間差分を各スピーカのディレイとして設定することにより、自動的な補正を達成するものである。そして、スピーカの構成がマルチウェイのときには、定位に対する影響の大きい帯域（5 0 0 H z ~ 2 k H z）を再生するスピーカ・ユニット（帯域スピーカ）1 つを対象として時間差補正を行うことが提案されている。

## 【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】従来技術に係るこのような聴取位置自動補正装置は、スピーカの構成が 1 ウェイの場合には特に問題はなかったが、マルチウェイの場合には、上述のように時間差補正の対象となったスピーカ・ユニット以外のスピーカ・ユニットについては最適なディレイの設定が行われていないこととなるため、位相の干渉を生じるという問題を有している。

【 0 0 0 4 】そのため、マルチウェイ・スピーカ・システムの場合にも各スピーカ・ユニットごとに時間差を測定し、自動的に補正するように改良する必要があるが、その場合、再生時のディレイの設定に関して以下の問題が発生する。すなわち、図 5 は、各スピーカ・ユニットに対して時間遅延を設定するための、従来技術に係る構成を例示するブロック図である。この図において、符号 2 0 は、デジタル・オーディオ・システムの中核となる DSP（デジタル信号プロセッサ）を示す。また、符号 7 0 a、7 0 b、7 0 c、7 0 d は、それぞれ、フロント右側（FR）、フロント左側（FL）、リア右側（RR）、リア左側（RL）のスピーカ・システムを示し、また、符号 7 1 a、7 1 b、7 1 c、7 1 d は、ウーファ（低音用スピーカ）のスピーカ・ユニットを示し、7 2 a、7 2 b、7 2 c、7 2 d は、ツイータ（高音用スピーカ）のスピーカ・ユニットを示す。さらに、符号 7 4 は、デジタル方式のクロスオーバー・ネットワーク（チャネル・デバイダ、チャネル・フィルタ、又は分割回路ともいう。）を示し、その内部の、符号 2 1 は低域通過フィルタ、符号 2 2 は高域通過フィルタ、符号 2 3 はディレイ（遅延器）、符号 2 5 は D/A 変換器を示す。

【 0 0 0 5 】そして、このような構成において、各スピーカ・ユニットについての補正用遅延時間を測定するのはデジタル・オーディオ・システムの DSP 2 0 のソフトウェアであり、その遅延時間を与えられてディレイ 2 3 による遅延処理を実施するのはクロスオーバー・ネットワーク 7 4 のソフトウェアであるが、DSP 2 0 からクロスオーバー・ネットワーク 7 4 へ遅延時間データを引き渡す手段は何もないため、自動的な補正処理を実現す

10

20

30

40

50

るのは極めて困難な状況にある。また、このクロスオーバー・ネットワークは、非常に高価なものでもある。

【0006】かかる実情に鑑み、本発明の目的は、車載用デジタル・オーディオ・システムにおいて、各スピーカ・システム内の各スピーカ・ユニットから聴取位置までの距離差すなわち時間差を自動的かつ容易に補正することが可能な改良型の聴取位置自動補正装置を提供することにより、全帯域において位相干渉を無くすことにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、オーディオ信号をスピーカのクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有するフィルタで帯域分割し、ディレイを施し、ミックス（混合）した後にスピーカ側に出力することに着目して、上記目的を達成するものである。すなわち、本発明に係る聴取位置自動補正装置は、車載用デジタル・オーディオ・システムにおいて、各スピーカ・システム内の各スピーカ・ユニットから聴取位置までの距離差すなわち時間差を自動的に補正するための装置であって、前記各スピーカ・ユニットについて、M系列信号を再生するM系列信号再生手段と、前記聴取位置に置かれた所定のマイクでの收音により、前記M系列信号に対するM系列応答を取得し所定のメモリに格納するM系列応答取得手段と、前記M系列応答を、高速M系列変換によりインパルス応答に復元するインパルス応答復元手段と、前記インパルス応答のピーク値をサーチし、該ピーク値に基づいて立ち上がり検知のためのスレショールドを設定するスレショールド設定手段と、前記スレショールドを最初に越える時間である立ち上がり時間を検知する立ち上がり時間検知手段と、前記各スピーカ・ユニットの中で最長の立ち上がり時間を有するスピーカ・ユニットを基準にして、前記各スピーカ・ユニットの立ち上がり時間の差分を求め、該各差分を前記各スピーカ・ユニットの再生時のディレイ値として算出するディレイ値算出手段と、再生時における前記各スピーカ・システムへの各チャネルの信号を、対応するスピーカ・システムのクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有するフィルタで帯域分割する信号帯域分割手段と、前記信号帯域分割手段によって分割された各信号を、前記ディレイ値算出手段によって求められた対応するスピーカ・ユニットのディレイ値だけ遅延せしめる信号遅延手段と、前記信号遅延手段によって遅延せしめられた各スピーカ・ユニットごとの信号を、対応する各スピーカ・システムの信号へと混合した後に、前記対応する各スピーカ・システム側の分割回路へと出力する信号混合手段と、を具備してなる聴取位置自動補正装置である。

【0008】また、本発明によれば、前記聴取位置自動補正装置は、さらに、前記インパルス応答の立ち上がり前の一定区間での直流オフセット・レベルの平均値を算出し、前記スレショールド設定手段によるスレショール

ドの設定の前に、前記インパルス応答から該平均値を減算しておく直流オフセット除去手段、を具備する。

【0009】

【作用】上記の聴取位置自動補正装置においては、各スピーカ・ユニットについて、M系列信号が再生され、その応答が取得されて所定のメモリに格納される。そして、そのM系列応答が、高速M系列変換によりインパルス応答に復元される。そして、そのインパルス応答のピーク値がサーチされ、そのピーク値に基づいて立ち上がり検知のためのスレショールドが設定される。そして、そのスレショールドを最初に越える時間である立ち上がり時間が検知される。そして、各スピーカ・ユニットの中で最長の立ち上がり時間を有するスピーカ・ユニットを基準にして、各スピーカ・ユニットの立ち上がり時間の差分が求められ、その各差分が各スピーカ・ユニットの再生時に設定すべきディレイ値とされる。そして、再生時における各スピーカ・システムへの各チャネルの信号は、対応するスピーカ・システムのクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有するフィルタで帯域分割され、分割された各信号は、先に求められた対応するスピーカ・ユニットのディレイ値だけ遅延せしめられ、その遅延せしめられた各スピーカ・ユニットごとの信号は、対応する各スピーカ・システムの信号へと混合された後に、対応する各スピーカ・システム側の分割回路へと出力される。こうして、時間差の測定とそれによる補正值の設定とが、同一の信号処理プロセッサで自動的かつ容易に行われる。また、前記の直流オフセット除去手段が更に備えられていれば、インパルス応答に乗ることがある直流オフセットが除去される。

【0010】

【実施例】以下、添付図面の図1～図4を参照して本発明の実施例を説明する。

【0011】図2は、本発明の一実施例に係る聴取位置自動補正装置の時間差測定時のハードウェア構成を示す概略ブロック図である。この図において、符号10はマイクロコンピュータ（マイコン）、符号20はデジタル信号プロセッサ（DSP）、符号30はデジタル／アナログ（D/A）変換器、符号40はアナログ／デジタル（A/D）変換器、符号50はスピーカ・アンプ、符号60はマイク・アンプ、符号70aはFRスピーカ・システム、符号70bはFLスピーカ・システム、符号70cはRRスピーカ・システム、符号70dはRLスピーカ・システム、符号81は右耳マイク、符号82は左耳マイク、符号90は音場を示す。なお、各スピーカ・システム70a、70b、70c、70dは、それぞれ、ウーファ、ツイータの各スピーカ・ユニットと分割回路とを有するものである。また、マイク81、82は聴取位置に置かれる。

【0012】次に、図2の構成において、マイクロコンピュータ10及びDSP20が協働して実行する、聴取

10

20

30

40

50

位置による時間差の測定の処理手順を図 3 のフローチャートに基づいて説明する。まず、スピーカ・ユニットの 1 つについて、M 系列信号を再生し、その応答を所定のメモリに格納する（ステップ 1 0 2）。ただし、右側のスピーカ・システム 7 0 a 又は 7 0 c のスピーカ・ユニットを再生した場合には右耳マイク 8 1 で、左側のスピーカ・システム 7 0 b 又は 7 0 d のスピーカ・ユニットを再生した場合には左耳マイク 8 2 で応答を取得する。

【0 0 1 3】次いで、高速 M 系列変換を利用して、求めた M 系列の応答を図 4 に例示されるようなインパルス応答に復元する（ステップ 1 0 4）。高速 M 系列変換は周知のものであるため、ここでは特に説明を省略する。次に、信号到来前の一定区間（図 4 に例示）のノイズ平均値を求め、それを直流オフセットとして設定する（ステップ 1 0 6）。次いで、インパルス応答からその直流オフセットを減算する（ステップ 1 0 8）。このように、立ち上がり検知用のスレッシュホールドを設定する前に、直流オフセットを除去しておくことによって、より正確に立ち上がりを検知できるようになる。

【0 0 1 4】そして、図 4 に示されるように、インパルス応答のピークをサーチし、そのピーク値に基づいて、スレッシュホールド＝ピーク値×k（k は任意の定数）に示す演算を実行することにより、立ち上がり検知用のスレッシュホールドを設定する（ステップ 1 1 0）。次いで、求めたスレッシュホールドを最初に越える時間を立ち上がり時間（図 4 参照）すなわち到達時間として検知する（ステップ 1 1 2）。

【0 0 1 5】以上の処理を、ステップ 1 1 4 に示すように、各スピーカ・ユニットについて実施する。そして、最も立ち上がりの遅いスピーカ・ユニットを基準にして、その他の各スピーカ・ユニットの立ち上がり時間の差分を求め、その各差分を各スピーカ・ユニットの再生時に設定すべきディレイ値に決定する（ステップ 1 1 6）。こうして求められたディレイ値を通常の再生時に各スピーカ・ユニットに対して設定することにより、聴取位置による音場の偏りが補正可能となる。その遅延設定処理について以下に説明する。

【0 0 1 6】図 1 は、各スピーカ・ユニットに対して時間遅延を設定するための、本発明に係る処理構成を説明するためのブロック図である。図 5 と同一の要素には同一の符号を付してあり、相違する要素について説明すれば、図 5 のクロスオーバー・ネットワーク 7 4 の代わりに、D/A 変換器 3 0 と安価なアナログ方式のチャンネル・デバイダ 7 5 が使用される。この図に示すように、例えば、再生時における F R スピーカ・システム 7 0 a へのチャンネルの信号は、DSP 2 0 において、スピーカ・システム 7 0 a のクロスオーバー周波数と同等のカットオフ周波数を有する低域通過フィルタ 2 1 及び高域通過フィルタ 2 2 で帯域分割される。そして、分割された各信号は、先に求められた対応するスピーカ・ユニット 7 1

a, 7 2 a のディレイ値だけ遅延器 2 3 によって遅延せしめられる。次いで、その遅延せしめられた各スピーカ・ユニットごとの信号は、ミキサ 2 4 によって混合される。そして、その信号は、D/A 変換器 3 0 を経てスピーカ・システム 7 0 a 側の分割回路 7 5 へと伝送される。すなわち、スピーカ側に到達した時点では、補正処理が施されているわけである。スピーカ・システム 7 0 b, 7 0 c, 7 0 d に対しても全く同様な処理がなされる。こうして、時間差の測定とそれによる補正值の設定とが、同一の信号処理プロセッサ 2 0 で自動的かつ容易に行われる。

【0 0 1 7】以上、本発明の一実施例について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではなく、様々な実施例を案出することは当業者にとって容易なことであろう。

【0 0 1 8】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る聴取位置自動補正装置によれば、各スピーカ・ユニットと聴取位置間の距離差によって生じる音場の偏り、位相干渉による周波数特性の乱れが全帯域に渡って補正される。また、測定時に M 系列信号を使用しているため、ノイズの影響を受けにくく、正確な補正を実現できる。また、この装置は、デジタル・オーディオ・システム内の DSP 及びマイコンのプログラムとして実現可能なものであるため、クロスオーバー・ネットワークは不要となる。さらに、オフセットを除去することによって、更に正確に立ち上がりを検出でき、補正誤差を小さくすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】各スピーカ・ユニットに対して時間遅延を設定するための、本発明に係る処理構成を説明するためのブロック図である。

【図 2】本発明の一実施例に係る聴取位置自動補正装置の時間差測定時のハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】本発明の一実施例に係る聴取位置自動補正装置における信号処理の手順を示す概略フローチャートである。

【図 4】測定インパルス応答の例を示すタイムチャートである。

【図 5】各スピーカ・ユニットに対して時間遅延を設定するための、従来技術に係る構成を例示するブロック図である。

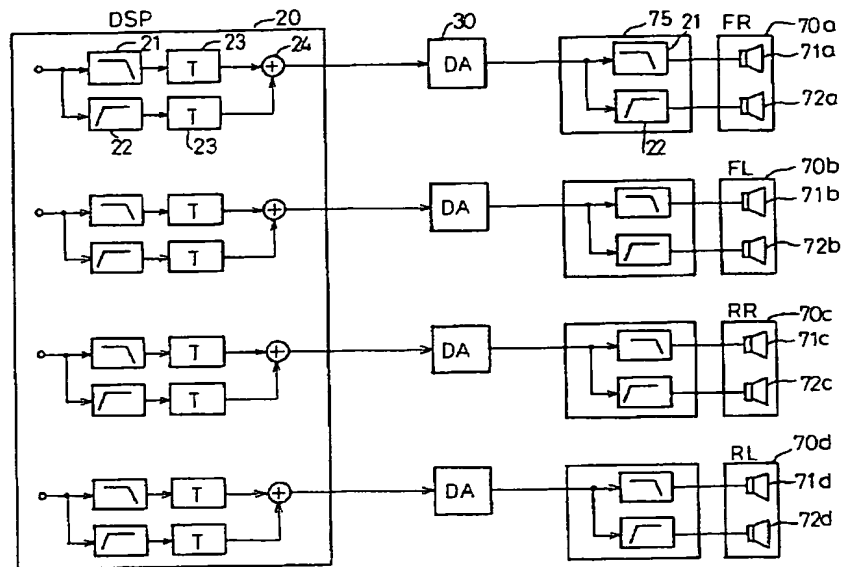
【符号の説明】

- 1 0 … マイクロコンピュータ
- 2 0 … デジタル信号プロセッサ
- 2 1 … 低域通過フィルタ
- 2 2 … 高域通過フィルタ
- 2 3 … 遅延器（ディレイ）
- 2 4 … ミキサ

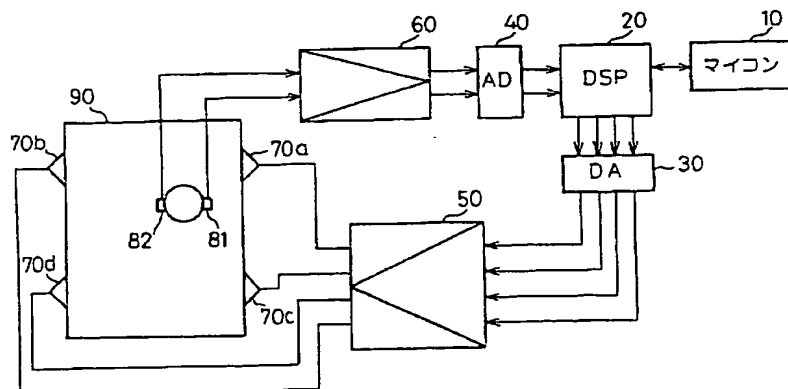
30…デジタル／アナログ変換器  
 40…アナログ／デジタル変換器  
 50…スピーカ・アンプ  
 60…マイク・アンプ  
 70 a…フロント右側（FR）スピーカ・システム  
 70 b…フロント左側（FL）スピーカ・システム  
 70 c…リア右側（RR）スピーカ・システム  
 70 d…リア左側（RL）スピーカ・システム  
 71 a, 71 b, 71 c, 71 d…ウーファ（スピーカ

・ユニット）  
 72 a, 72 b, 72 c, 72 d…ツイータ（スピーカ  
 ・ユニット）  
 74…クロスオーバ・ネットワーク  
 75…アナログ方式のチャンネル・デバイダ  
 81…右耳マイク  
 82…左耳マイク  
 90…音場

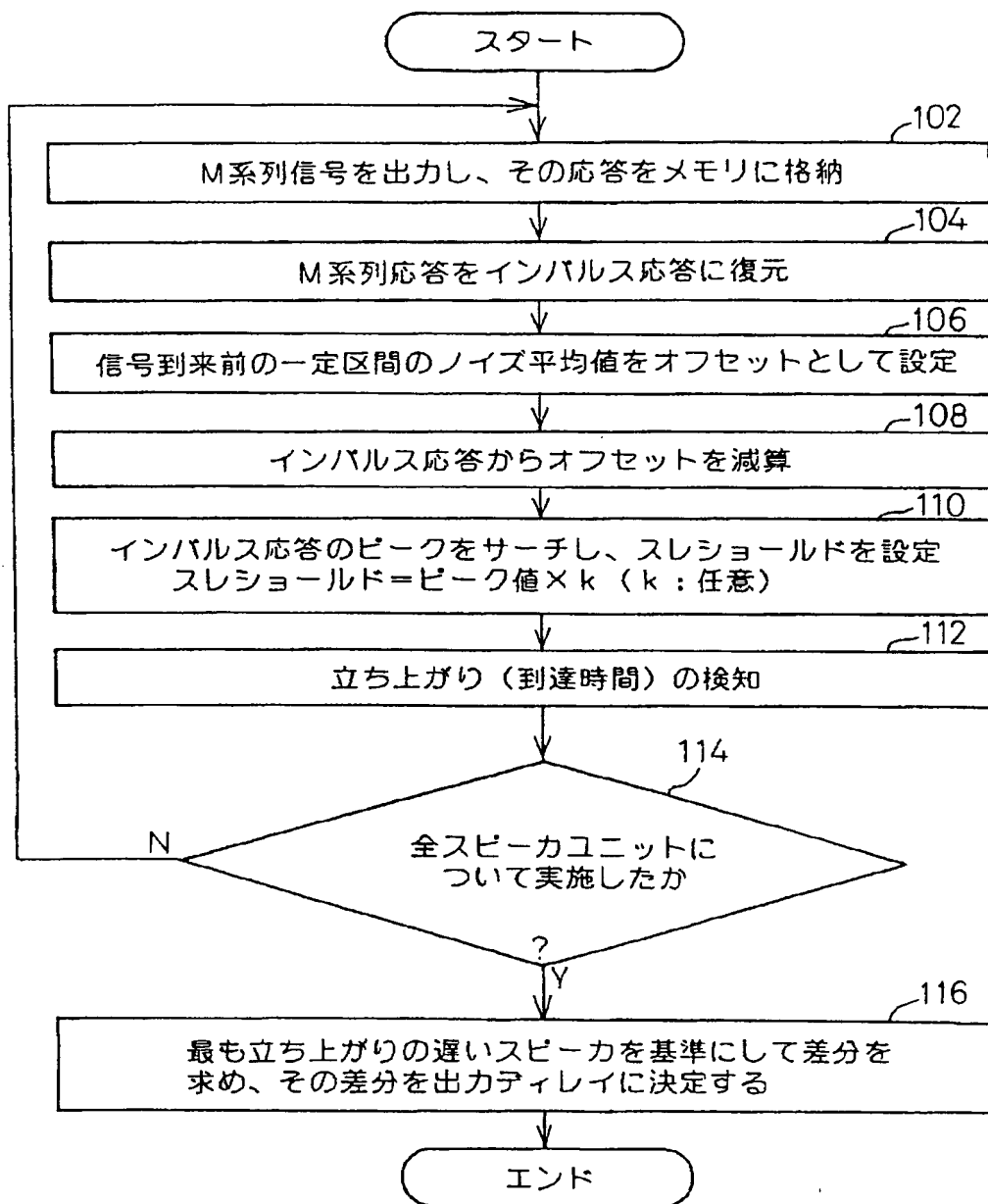
【図 1】



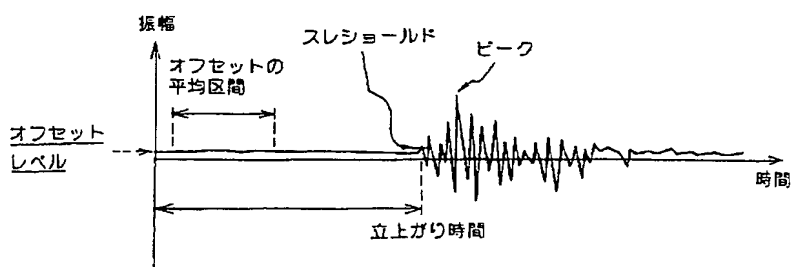
【図 2】



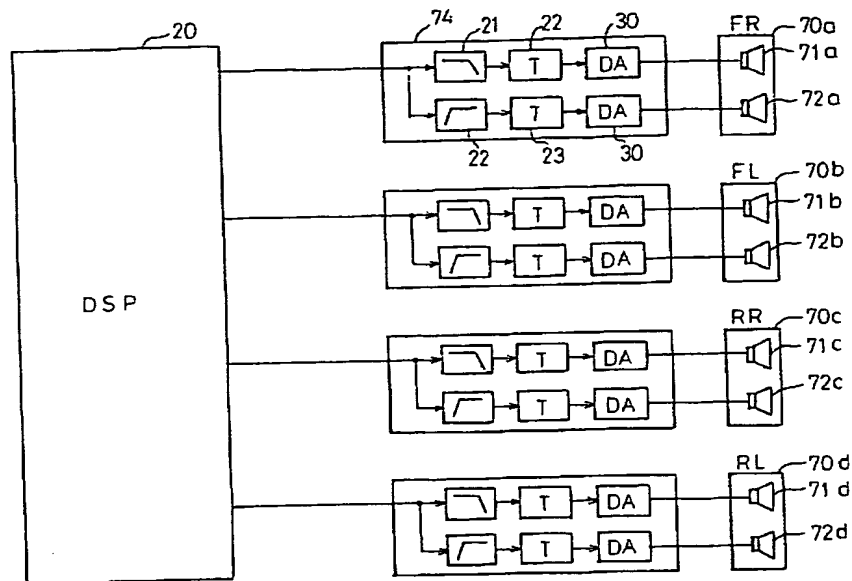
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 4 S 5/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8421-5H

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**